Communications Canada

Canadian Conservation Institute | Institut canadien de conservation

CCI Notes 15/3

Display and Storage of Museum Objects containing Cellulose Nitrate

Introduction

Cellulose nitrate, often called nitrocellulose, has been used in photography since the 1840s (Hager, 1983), in explosives since 1845 (Roff et al., 1971), and in moulded plastic objects since about 1870 (Dubois, 1943). It was distributed under various trade names including Celluloid, Collodion, Guncotton, Pyralin, Pyroxylin, and Xylonite. The variety of objects made from cellulose nitrate includes cutlery handles (French ivory and ivory-like substitutes), drafting set-squares and drawing templates, toys and dolls, photographic film, eyeglass frames, protective and decorative lacquers, and many other cosmetic, toiletry and household items ranging from buttons to toilet seats.

The conservation literature on cellulose nitrate deals mainly with the preservation of nitrate photographs (eg. Calhoun, 1953; Hager, 1983) and the deterioration of adhesives (Koob, 1982). Johnson (1976) describes many products and applications found in museums. This note addresses the neglected subject of the degradation, preservation, and storage of larger three-dimensional cellulose nitrate objects.

Unfilled, unpigmented, and undegraded cellulose nitrate is colourless and transparent. For about 50 years, until about 1920, it was the only light-coloured transparent or translucent plastic commonly available. Objects with these physical characteristics which were acquired or manufactured before this period are probably made of cellulose nitrate. Although objects are still made from this material it has been largely replaced by other more stable plastics.

Cellulose nitrate is made by a variety of nitration processes which replace varying amounts of hydroxyl groups of cellulose with nitrate groups. Nitrogen content (degree of nitration) affects the physical and chemical properties of the plastic. Table 1 shows the type of products that can be made from cellulose nitrate stock of differing nitrogen content.

Table 1

Product Group	Nitrogen Content (%)
Plastic, lacquers	10.5 - 11.5
Lacquers, films, sheets	11.5 - 12.3
Explosives, gun powders	12.4 - 13.5

The stability of cellulose nitrate is strongly influenced by the amount of nitrogen present in it: the greater the nitrogen content, the more unstable the product. While some cellulose nitrate products with high nitrogen content (typically greater than 13%)

1030 Innes
Ottawa, Canada
K1A 0C8
(613) 998-3721

Canada

89-06242/

will explode if subjected to heat, friction or shock, commonly encountered *objects and films* with lower nitrogen content (usually less than 12%) are not explosive. They are extremely flammable, however, and because of this require special attention. All of these products, regardless of their nitrogen content, can be detected by the Diphenylamine Spot Test for cellulose nitrate (Williams, R. Scott, CCI Notes 15/4, *The Diphenylamine Spot Test for Cellulose Nitrate in Museum Objects*).

Degradation of Cellulose Nitrate

Cellulose nitrate degrades to produce acidic and oxidizing nitrogen oxide gases (including nitrous oxide, nitric oxide, and nitrogen dioxide). In closed drawers, cabinets, and display cases with restricted ventilation, high concentrations of these gases build up which can corrode metals, embrittle and discolour organic materials, and accelerate the degradation of the object itself. In photographic film and objects of thin cross-section, the problem is far less acute, as the gases quickly diffuse out of the object and can be vented away. For objects of thick cross-section, diffusion is much slower. The gases are trapped in the object for longer periods and have a greater chance to catalyze degradation. A vicious circle forms - faster decomposition increases the concentrations of nitrogen oxide gases, which in turn increase the rate of decomposition. The concomitant heating of the object can cause spontaneous ignition.

Although care in preparation of the cellulose nitrate and in fabrication of objects can reduce the rate of decay, no effective method has been found to completely stop it. Five stages in the degradation of photographic film have been described (Cummings et al., 1950), including progressive yellowing (to dark brown), formation of bubbles or foam, embrittlement and shrinkage of the film, and degradation into a powdery or foamy mass. These changes are accompanied by foul odours from nitrogen oxide gases. The same progression of decay can be expected for any cellulose nitrate object but at a much slower rate for three-dimensional objects because they are made from less highly nitrated material than film.

These changes are accompanied by progressive decreases in auto-ignition temperature, the lowest temperature at which an object will self-ignite without a direct heat source (spontaneous combustion). Fresh undegraded cellulose nitrate auto-ignites at 150°C, (paper ignites at 315-370°C). The powdery or foamy mass of cellulose nitrate in the last stages of decomposition can auto-ignite at temperatures as low as 50°C, easily reached near light-bulbs, radiators and other heating equipment, or in unventilated buildings and attics during hot summers. This accounts for the spontaneous combustion in film repositories.

Reports of spontaneous ignition of cellulose nitrate are restricted to collections of photographic motion picture and X-ray film in poorly ventilated, densely packed, bulk storage deposits, where the sequence of events described above has been implicated. Incidents of spontaneous combustion under less dense and well-ventilated conditions, such as in collections of film interleaved with paper, or where the objects are spaced loosely on shelves, have not been reported.

To identify and solve the problems in photograph repositories, many studies were made during the 1950s and 1960s on the unstable, highly nitrated film base material. Storage recommendations arising from these studies are more stringent than those required for the majority of museum objects. The underlying principles for those recommendations are, however, a useful guide for the storage of all cellulose nitrate objects.

Recommendations for Storage

Segregation and Ventilation

Although cellulose nitrate objects are very flammable, they are unlikely to explode or spontaneously combust when stored under normal museum conditions. This is especially true of objects that do not exhibit the extreme state of decay described above. These objects do, however, undergo constant and unrelenting degradation at varying rates, with the release of noxious, corrosive, acidic, oxidizing gases. To prevent the destructive reaction of these gases with adjacent materials, especially metals or organics, all cellulose nitrate objects should be segregated into their own ventilated and fire-proof storage area.

Cellulose nitrate objects should not be enclosed, but rather stored loosely enough that air circulates freely to vent any decomposition gases. There should be at least one air change per day to prevent the build-up of the fumes. Vented air must not be circulated to other parts of the collection.

Environmental Conditions

Light, heat, and high relative humidity all accelerate cellulose nitrate degradation. Effects from these environmental factors should be minimized under appropriate storage conditions. The conservation literature gives little guidance for objects other than photographic materials.

For still camera negatives comprising only a few pounds of cellulose nitrate, with ample storage space for individual items, environmental conditions of 10°C and RH of 40 to 50% have been recommended (Calhoun, 1953). Low temperature and RH is recognized as more stabilizing for cellulose nitrate but is unsuitable for photographic emulsions without special precautions (Haynes, 1981). For museum objects, refrigeration or cold storage at RH below 50% should be considered. Household refrigerators can be used if they are chosen very carefully. Some models of frost-free refrigerators produce very high RH

during their refrigeration cycle, and must be avoided. Wilhelm (1978) has discussed this problem and given some recommendations. Objects moved to and from such cold storage environments must be slowly acclimatized to each new set of conditions. Condensation of atmospheric water and thermal stresses must be avoided. In any case, temperatures must never be allowed to exceed 30°C (as mentioned above, some severely degraded cellulose nitrate motion picture film has been shown to ignite spontaneously at 50°C).

Cellulose nitrate yellows when exposed to visible light of wavelengths between 360 and 400 nm (Parkins, 1957). Once started, this process continues even in the dark. Light of greater energy (ultraviolet light with a wavelength of less than 360 nm) tends to break the cellulose polymer backbone, reducing the strength of the cellulose nitrate plastic. Coatings discolour and crack; objects weaken, embrittle, then craze, crack or break; and adhesives fail. To prevent this damage, cellulose nitrate objects should not be exposed to sunlight or illuminated too strongly by other light sources. These should be considered as "particularly vulnerable objects such as watercolours, tapestries, etc.," and should not be exposed to light levels above 50 lux (Macleod, 1978).

Monitoring Program

The most important storage activity is to monitor the collection. A schedule should be established to examine and record the condition of the objects regularly. Although cellulose nitrate is extremely flammable, there are no reports of fires started where there has been constant monitoring. Only in unmonitored motion picture and X-ray film repositories have problems occurred. As cellulose nitrate degrades it undergoes a variety of changes in appearance that signal its state of decay. Objects that are decaying must be treated at once with the measures described above. Decomposition can be slowed but not reversed. If decomposition is too far advanced the objects cannot be saved. In the final stages of decay objects are too hazardous to the rest of the collection to justify their retention and should be disposed of. In this state, the object is probably in such poor condition that it is useless for museum applications.

Fire Prevention

Because cellulose nitrate is so flammable in comparison to most other museum objects, special fire prevention measures and fire-proof storage areas should be considered. The fire hazard of cellulose nitrate is similar to other common highly flammable materials such as gasoline and solvents. It should be stored and handled in the same way. Relatively undegraded cellulose nitrate poses no more of a fire hazard than do these materials.

Conclusion

Cellulose nitrate is a very flammable material and must be isolated from heat and ignition sources. The primary hazard of cellulose nitrate objects in the museum context, is not their propensity to ignite spontaneously or explode, but rather their production of corrosive, acidic, oxidizing gases as they degrade. Therefore, cellulose nitrate objects should be isolated from the rest of the collection. Any storage or display program should strive to reduce light exposure, temperature and RH, since all of these environmental factors increase rates of degradation. Ventilation should be provided to remove all fumes produced during degradation. A monitoring program should be established to detect physical changes in objects which indicate the advancing and accelerating decomposition of the objects with correspondingly increased hazardous properties. If decomposition is too far advanced, the object cannot be saved. It must be removed from the collection and disposed of (or given very special unique attention in special isolated storage).

If these recommendations are followed, it should be possible to store and display cellulose nitrate objects safely without fear of catastrophic fires or other damage to the rest of the collection as a result of their deterioration. There is no need to discard and destroy objects indiscriminately simply because they are made of cellulose nitrate.

References

Calhoun, J.M. "Storage of Nitrate Amateur Still-Camera Film Negatives." *Journal of the Biological Photographic Association* 21, no. 3, 1953: 1-13.

Cummings, James W., Hutton, Alvin C., and Silfin, Howard. "Spontaneous Ignition of Decomposing Nitrate Film." *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers* 54, March 1950: 268-274.

Dubois, J.H. *Plastics*. Chicago: American Technical Society, 1943: 63.

Hager, Michael. "Saving the Image: The Deterioration of Nitrate Negatives." *Image* 26 no. 4, 1983: 1-18.

Haynes, Ric. "A Temporary Storage Method to Retard the Deterioration of Cellulose Nitrate Flat Film Negative." *Preprints of papers presented at the ninth annual meeting, Philadelphia, Pennsylvania, 27-31 May 1981*. Washington: The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works: 75-81.

Johnson, Meryl. "Nitrocellulose as a Conservation Hazard." *Preprints of papers presented at the fourth annual meeting, Dearborn, Michigan, 29 May - 1 June 1976*. Washington: The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1976: 66-75.

Koob, Stephen P. "The Instability of Cellulose Nitrate Adhesives." *The Conservator* no. 6, 1982: 31-34.

Macleod, K.J. *Museum Lighting.* Technical Bulletin 2. Ottawa: Canadian Conservation Institute, reprinted 1978: 10.

Parkins, John A. "Behaviour of Cellulose Nitrate and Finishes in Light." *Paint and Varnish Production,* December 1957: 42-44.

Roff, W.J., Scott, J.R., and Pacitti, J. *Handbook of Common Polymers: Fibres, Films, Plastics and Rubber.* London: Butterworths and Co., 1971: 163.

Wilhelm, Henry. "Storing color materials: frost-free refrigerators offer a low-cost solution." *Industrial Photography 27 no. 10,* 1978: 32-33, 55-60.

Williams, R. Scott. *The Diphenylamine Spot Test for Cellulose Nitrate in Museum Objects.* CCI Notes 15/4. Ottawa: Canadian Conservation Institute, forthcoming.

by R. Scott Williams
Analytical Research Laboratory

Copies are also available in French.

Texte également publié en version française

© Communications Canada, 1988
Cat. No. NM 95-57/15-3-1988E
ISSN 0714-6221

April 1988

Communications Canada

Institut canadien de conservation

Canadian Conservation Institute

Notes de l'ICC 15/3

Exposition et mise en réserve des objets de musée contenant du nitrate de cellulose

Introduction

Le nitrate de cellulose, souvent appelé nitrocellulose, est utilisé en photographie depuis les années 1840 (Hager, 1983) et sert à la fabrication d'explosifs depuis 1845 (Roff et coll., 1971) et d'objets en matière plastique moulée depuis 1870 environ (Dubois, 1943). Il a été mis en marché sous différentes marques de commerce comme Celluloïd, Collodion, Fulmicoton, Pyraline, Pyroxyline et Xylonite. Parmi les divers objets fabriqués au moyen du nitrate de cellulose, on trouve des manches de coutellerie (en ivoire artificiel et autres ersatz d'ivoire), des équerres et des gabarits de dessinateur, des jouets et des poupées, des pellicules photographiques, des montures de lunettes, des revêtements protecteurs et décoratifs ainsi que de nombreux articles de toilette, des contenants pour produits de beauté et des articles ménagers qui vont du bouton au siège de toilette.

Les publications consacrées à la conservation traitent surtout de la préservation de photographies à support en nitrate (p. ex. Calhoun, 1953; Hager, 1983) et de la détérioration des adhésifs (Koob, 1982). Johnson (1976) décrit plusieurs produits en nitrate de cellulose et l'usage que l'on en fait dans les musées. La présente note porte sur un sujet qui a été peu étudié : la dégradation, la conservation et la mise en réserve d'objets tridimensionnels en nitrate de cellulose.

Lorsque le nitrate de cellulose ne contient ni pigment ni charge et ne s'est pas dégradé, il est incolore et transparent. Pendant quelque 50 ans, soit jusque vers 1920, ce produit était la seule matière plastique translucide, de ton clair, que l'on pouvait facilement se procurer. Les objets qui possèdent ces caractéristiques et qui ont été fabriqués ou acquis avant cette époque sont probablement en nitrate de cellulose. Bien qu'il entre encore dans la composition de divers objets, ce produit est généralement remplacé de nos jours par des matières plastiques plus stables.

Le nitrate de cellulose s'obtient par divers procédés de nitration, qui consistent à substituer des groupes nitrates à un nombre variable de groupes hydroxyles de la cellulose. Le pourcentage d'azote (le taux de nitration) détermine les propriétés physiques et chimiques du plastique. Le tableau 1 montre les types de produits que l'on peut fabriquer au moyen du nitrate de cellulose. On notera que les diverses catégories de produits ont un pourcentage d'azote différent.

Tableau 1

Produits	Pourcentage d'azote
	%
Objets en plastique, revêtements	de 10,5 à 11,5
Revêtements, pellicules photographiques, feuilles de plastique	de 11,5 à 12,3
Explosifs, poudres de tir	de 12,4 à 13,5

1030 Innes
Ottawa, Canada
K1A 0C8
(613) 998-3721

Canada

La stabilité du nitrate de cellulose dépend du pourcentage d'azote de ce produit : plus il y a d'azote, moins le produit est stable. Certains produits qui ont un haut pourcentage d'azote (généralement plus de 13 %) explosent sous l'effet de la chaleur ou lorsqu'il a frottement ou choc, mais *les objets tridimensionnels et les pellicules photographiques* qui ont un plus faible pourcentage d'azote (habituellement moins de 12 %) ne risquent pas d'exploser. Ils sont toutefois très inflammables et exigent des précautions particulières. On peut déceler la présence de nitrate de cellulose dans ces produits, quel que soit leur taux d'azote, au moyen d'un test ponctuel à la diphénylamine (Williams, R. Scott. *Test ponctuel à la diphénylamine pour déceler la présence de nitrate de cellulose dans les objets de musée,* Notes de l'ICC, n° 15/4).

Dégradation du nitrate de cellulose

En se dégradant, le nitrate de cellulose libère des gaz, plus précisément des oxydes d'azote acides et oxydants (y compris l'oxyde nitreux, l'oxyde nitrique et le bioxyde d'azote). De fortes concentrations de ces gaz s'accumulent dans les tiroirs fermés, les armoires et les vitrines d'exposition peu aérés. Les métaux peuvent alors se corroder, les matériaux organiques se fragiliser et se décolorer, et les objets eux mêmes risquent de se dégrader à un rythme accéléré. Le problème est beaucoup moins grave quand il s'agit de pellicules ou d'objets minces car les gaz qui se forment alors s'échappent plus rapidement et peuvent être évacués. La diffusion est beaucoup plus lente lorsque les objets sont épais; en effet, dans de tels cas, les gaz restent emprisonnés plus longtemps et risquent davantage de catalyser la dégradation des objets. Il se crée ainsi un cercle vicieux : une décomposition plus rapide entraîne une augmentation de la concentration d'oxyde d'azote à l'état gazeux, ce qui accélère la décomposition. Sous l'effet de la chaleur qu'il dégage, l'objet peut s'enflammer spontanément.

Bien que le soin apporté à la préparation du nitrate de cellulose et à la fabrication des objets contenant ce produit puisse ralentir la détérioration, il n'existe encore aucune méthode qui permette d'enrayer complètement ce processus. Cinq stades de la dégradation de la pellicule photographique ont été décrits par Cummings, dont les suivants : le jaunissement progressif de la pellicule (qui devient éventuellement brun foncé), la formation de bulles ou de mousse, la fragilisation et le rétrécissement de la pellicule qui, en se dégradant, devient une masse pulvérulente ou bulleuse. Pendant que se produisent ces modifications, un odeur nauséabonde se dégage de l'oxyde d'azote à l'état gazeux. On peut s'attendre à ce que tous les objets contenant du nitrate de cellulose se détériorent à un rythme identique, mais le progrès de la dégradation sera beaucoup moins rapide s'il s'agit d'objets tridimensionnels, étant donné que ceux-ci sont fabriqués au moyen d'un nitrate de cellulose moins azoté que celui qui est utilisé pour les pellicules.

En même temps que ces modifications ont lieu, on note une baisse progressive de la température d'auto-inflammation, c'est-à-dire de la température minimale à laquelle un objet s'enflamme spontanément en l'absence d'une source directe de chaleur (inflammation spontanée). La température d'auto-inflammation du nitrate de cellulose non dégradé, de fabrication récente, est de 150 °C. (Le papier s'enflamme spontanément à une température allant de 315 à 370 °C.) Au dernier stade de la dégradation, le nitrate de cellulose devient une masse pulvérulente ou bulleuse qui peut s'enflammer spontanément à une température d'à peine 50 °C, qui correspond généralement à la température enregistrée à proximité d'une ampoule électrique, d'un radiateur ou d'une autre source de chaleur, ou encore à l'intérieur des édifices ou des greniers non ventilés, pendant les chaudes journées d'été. C'est ce qui explique les accidents survenus dans des dépôts de pellicules photographiques.

Chaque fois qu'on a signalé un cas d'inflammation spontanée du nitrate de cellulose, il s'agissait de collections de pellicules photographiques, cinématographiques ou radiographiques, entassées en vrac dans des locaux mal ventilés où elles s'étaient dégradées comme il a été décrit ci-dessus. On n'a rapporté aucun cas d'inflammation spontanée lorsque la ventilation était suffisante et que les objets n'entraient pas en contact les uns avec les autres, par exemple lorsque les pellicules d'une collection étaient isolées par des feuillets intercalaires ou que les objets étaient bien espacés sur les étagères.

Plusieurs études ont été menées au cours des années 1950 et 1960 pour déceler et résoudre les problèmes que pose la mise en réserve des pellicules photographiques, lesquelles sont constituées d'un matériau instable dont le pourcentage d'azote est élevé. La plupart des objets de musée contenant du nitrate de cellulose ne requièrent pas des conditions de mise en réserve aussi rigoureuses que celles que préconisent ces études. Mais les principes qui sous-tendent les recommandations contenues dans ces travaux peuvent servir de lignes directrices pour la mise en réserve de tous les objets qui contiennent du nitrate de cellulose.

Recommandations pour la mise en réserve

Nécessité de disposer d'armoires ou de contenants distincts, bien aérés

Bien que les objets contenant du nitrate de cellulose soient très inflammables, ils ne risquent guère d'exploser ou de s'enflammer spontanément s'ils sont mis en réserve dans des conditions appropriées à un musée, surtout s'ils ne sont pas dans le grave état de détérioration décrit ci-dessus. Ces objets se dégradent toutefois progressivement et inévitablement, à des degrés divers, par suite de l'émission de gaz acides, oxydants, nocifs et corrosifs. Pour éviter que ces gaz n'attaquent d'autres matériaux adjacents, en particulier les métaux et

les matières organiques, tous les objets contenant du nitrate de cellulose devraient être mis en réserve dans des armoires ou des contenants distincts, bien aérés et à l'épreuve du feu.

Les objets en nitrate de cellulose ne devraient pas être placés dans des contenants fermés. On doit plutôt les ranger en les espaçant bien, de façon à ce que l'air puisse circuler librement, ce qui permettra l'évacuation des gaz de décomposition. L'air devrait être renouvelé au moins une fois par jour afin que les gaz ne puissent s'accumuler. L'air évacué ne doit pas circuler là où se trouvent d'autres parties de la collection.

Conditions ambiantes

La lumière, la chaleur et un taux d'humidité relative (HR) élevé accélèrent la dégradation du nitrate de cellulose. Les effets de ces facteurs de détérioration devraient être minimisés; pour ce faire, on doit veiller à ce que les conditions ambiantes dans les réserves soient appropriées. Les publications qui traitent de la conservation contiennent peu de conseils au sujet des objets en nitrate de cellulose, sauf en ce qui concerne les pellicules photographiques.

Il a été recommandé de maintenir une température de 10 °C et une HR de 40 à 50 % pour le stockage de quelques kilos de pellicules photographiques à base de nitrate de cellulose, et de veiller à ce qu'il y ait un espace suffisant pour chaque objet (Calhoun, 1953). Le nitrate de cellulose est plus stable si la température et l'HR sont basses; ces conditions ambiantes ne conviennent toutefois pas aux émulsions photographiques, à moins que des précautions supplémentaires n'aient été prises (Haynes, 1981). S'il s'agit d'objets de musée, on devrait envisager la réfrigération ou la conservation en chambre froide à moins de 50 % d'HR. On peut utiliser à cette fin un réfrigérateur domestique, mais encore faut-il le choisir avec soin : en effet, certains réfrigérateurs sans givre produisent une HR très élevée pendant le cycle frigorifique. Wilhelm (1978) recommande que les objets soient soumis graduellement aux nouvelles conditions ambiantes quand on les déplace d'un milieu froid à un milieu plus chaud, ou vice versa. On doit chercher à éviter non seulement la condensation de la vapeur d'eau présente dans l'air mais les contraintes thermiques. La température ne doit jamais dépasser 30 °C. (Comme il en a été fait mention précédemment, il est arrivé que des pellicules cinématographiques très dégradées se soient enflammées spontanément à une température de 50 °C.)

Le nitrate de cellulose jaunit à la lumière visible entre 360 nm et 400 nm de longueur d'onde (Parkins, 1957). Une fois déclenché, le processus continue, même à l'obscurité. La lumière de forte énergie (la lumière ultraviolette d'une longueur d'onde inférieure à 360 nm) a tendance à briser la chaîne du polymère cellulosique, réduisant ainsi la force des plastiques composés de nitrate de cellulose. Il s'ensuit que les revêtements se décolorent et se fendillent; les objets s'affaiblissent, se fragilisent et finissent par se craqueler, se fissurer ou se briser; les adhésifs deviennent inefficaces. Pour éviter de tels dommages, les objets en nitrate de cellulose ne devraient pas être exposés à la lumière solaire ni placés à proximité d'une source lumineuse trop vive. On devrait prendre soin de ces objets comme de ceux qui sont particulièrement vulnérables, par exemple les aquarelles, les tapisseries, etc., et veiller à ne pas les exposer à un niveau d'éclairage supérieur à 50 lux (Macleod, 1978).

Programme de surveillance

Il est extrêmement important de mettre sur pied un programme de surveillance pour la protection des objets en nitrate de cellulose mis en réserve. On devrait établir un calendrier où l'on note l'état des objets soumis à un examen périodique. Bien que le nitrate de cellulose soit très inflammable, on ne rapporte aucun cas d'incendie là où existe un tel programme. Des problèmes se sont posés uniquement dans des dépôts de pellicules cinématographiques et radiographiques où aucune surveillance n'était exercée. En se dégradant, le nitrate de cellulose présente des aspects divers, qui indiquent son état de détérioration. Les objets qui se dégradent doivent être traités immédiatement au moyen des méthodes décrites précédemment. La détérioration peut être ralentie mais elle ne saurait régresser. Si la dégradation est très avancée, la perte de l'objet est inévitable. Aux derniers stades de la dégradation, l'objet constitue un tel danger pour le reste de la collection qu'il vaut mieux alors s'en défaire. De toute façon, quand un objet a atteint ce stade de détérioration, il devient, à toutes fins pratiques, inutilisable dans un musée.

Prévention des incendies

Les objets en nitrate de cellulose sont beaucoup plus inflammables que la plupart des autres objets de musée; on devrait donc veiller à les mettre en réserve dans des contenants ou des armoires à l'épreuve du feu tout en ayant recours à des mesures tendant à réduire les risques d'incendies. Étant donné que le nitrate de cellulose présente les mêmes risques d'incendie que d'autres substances très inflammables comme l'essence et les solvants, on doit prendre des précautions identiques pour la mise en réserve et la manipulation de ce produit. Lorsqu'il est peu dégradé, le nitrate de cellulose n'est pas plus susceptible de s'enflammer que ces autres substances.

Conclusion

Le nitrate de cellulose est très inflammable; par conséquent, il ne doit jamais être à proximité d'une source de chaleur, d'une étincelle ou d'une flamme nue. Ce n'est toutefois pas tant à cause de leur tendance à s'enflammer spontanément ou à exploser que les objets en nitrate de cellulose constituent un danger dans les musées, mais plutôt à cause des propriétés corrosives, acides et oxydantes des gaz qu'ils dégagent en se dégradant. Les objets en nitrate de cellulose devraient donc être tenus à l'écart du reste de la collection. Tout

programme de mise en réserve ou d'exposition devrait avoir pour objet de réduire l'intensité lumineuse et le temps d'exposition, la température et l'humidité relative, car tous ces facteurs accélèrent la dégradation. On devrait veiller à ce qu'il y ait une bonne ventilation, de façon à ce que les gaz produits par la dégradation soient évacués. Il importe aussi de mettre sur pied un programme de surveillance afin de pouvoir noter les changements d'aspect des objets et d'évaluer ainsi la progression de la décomposition et l'augmentation parallèle des risques. Si la décomposition est à un stade très avancé, l'objet est à toutes fins pratiques inutilisable. Il faut le retirer de la collection et s'en défaire (ou lui accorder un soin tout particulier dans un lieu à l'écart, qui lui est spécialement réservé).

Si l'on observe ces recommandations, il devrait être possible de mettre en réserve et d'exposer des objets en nitrate de cellulose sans avoir à craindre qu'ils ne causent des dommages au reste de la collection par suite de leur détérioration ni qu'ils provoquent un incendie catastrophique. Il n'est pas nécessaire de mettre au rebut ou de détruire systématiquement des objets simplement parce qu'ils contiennent du nitrate de cellulose.

Bibliographie

Calhoun, J.M. « Storage of Nitrate Amateur Still-Camera Film Negatives », dans *Journal of the Biological Photographic Association*, vol. 21, n° 3, 1953, p. 1-13.

Cummings, James W., Hutton, Alvin C. et Silfin, Howard. « Spontaneous Ignition of Decomposing Nitrate Film », dans *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, vol. 54, mars 1950, p. 268-274.

Dubois, J.H. *Plastics*, Chicago, American Technical Society, 1943, 63 p.

Hager, Michael. « Saving the Image : the Deterioration of Nitrate Negatives », dans *Image*, vol. 26, n° 4, 1983, p. 1-18.

Haynes, Ric. « A Temporary Storage Method to Retard the Deterioration of Cellulose Nitrate Flat Film Negative », dans *Preprints of papers presented at the ninth annual meeting, Philadelphia, Pennsylvania, 27-31 May 1981*, Washington, The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, p. 75-81.

Johnson, Meryl. « Nitrocellulose as a Conservation Hazard », dans *Preprints of papers presented at the fourth annual meeting, Dearborn, Michigan, 29 May - 1 June 1976*, Washington, The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1976, p. 66-75.

Koob, Stephen P. « The Instability of Cellulose Nitrate Adhesives », dans *The Conservator*, n° 6, 1982, p. 31-34.

Macleod, K.J. *L'éclairage des musées*, Bulletin technique n° 2, Ottawa, Institut canadien de conservation, réimpr., 1978, 10 p.

Parkins, John A. « Behaviour of Cellulose Nitrate and Finishes in Light », dans *Paint and Varnish Production*, décembre 1957, p. 42-44.

Roff, W.J., Scott, J.R. et Pacitti, J. *Handbook of Common Polymers: Fibres, Films, Plastics and Rubber*, Londres, Butterworths and Co., 1971, 163 p.

Wilhelm, Henry. « Storing color materials : frost-free refrigerators offer a low-cost solution », dans *Industrial Photography*, vol. 27, n° 10, 1978, p. 32-33 et p. 55-60.

Williams, R. Scott. *Test ponctuel à la diphénylamine pour déceler la présence de nitrate de cellulose dans les objets de musée*, Notes de l'ICC, n° 15/4, Ottawa, Institut canadien de conservation, à paraître.

par R. Scott Williams
Laboratoire de recherche analytique

Texte également publié en version anglaise

Copies are also available in English.

©Communications Canada, 1988

N° de cat. : NM 95/15-3-1988F
ISSN 0714-6221

Décembre 1988